

## Néhány összefüggés a tápanyagok hatása és a talajvizsgálati adatok között az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek lucerna kísérleteiben

PEKÁRY KÁROLY, MÁRTONFFY TAMÁS és SÜLYOK ISTVÁN

*Növénytermesztési és Talajvédelmi Kutató Intézet Kompolt,  
Keszthelyi Agrártudományi Egyetem Műtrágyázási Részlege,  
Budapest*

A makrotápanyagok hatása és a talajvizsgálati adatok közötti összefüggések megismerése a talajerőgazdálkodási kutatás régi, de mindmáig nem megoldott feladata. Részeredmények elsősorban a P és K vonatkozásában születtek. Nem rendelkezünk azonban még olyan talajvizsgálati módszerrel, illetve mutatóval, amely minden talajon és minden növényre általános érvényű összefüggés kimutatását tenné lehetővé. Munkánkban kizárólag a hazánkban ma általánosan végzett szabványszerű talajvizsgálati adatok és a lucerna tápanyagreakciója közötti néhány összefüggés ismertetésére szorítkozunk.

Ismert, hogy az egyes tápanyagok hatása termőhelyenként igen különböző lehet. Ezt a lucerna trágyázásával foglalkozó szakirodalomban található véleménykülönbségek is híven tükrözik. Csak a foszfortrágyázás eredményességét illetően azonosak a nézetek. CSERHÁTI [3], BITTERA [1], GRÁBNER [6], KEMENESSY és MANNINGER [7], LÁNG [11] egyöntetűen a lucerna P-trágyázását tekintik a nagy termések zálogának.

Az újabb kutatási eredmények, amelyek közül csak néhányat idézünk, általában a P-trágyázás eredményességét igazolják. WASHKO és PRICE [27] kis P-tartalmú agyagos vályogtalajon a P-trágyázást hatásosnak találták. LAMPETER [10] kevés felvehető P-t tartalmazó, savanyú homokos vályog- és öntéstalajon a lucerna termését P-trágyázással nem tudta növelni. VAJDAI [23] szikesedésre hajló, lúgos, kiskunsági öntéstalajon a lucerna szénatermését P-műtrágyával, illetve NPK-műtrágyával növelte. DOMBOVÁRI [5] P-ral gyengén ellátott sztyeppesedő réti szolonyecen és P-ral közepesen ellátott réti csernozjomon a vetés évében a kisebb, később a nagy P-adagot (100 kg/ha  $P_2O_5$ ) találta hatásosnak.

VARGA és KÉSMÁRKI [25] lúgos (pH 8,0) P-ral nagyon gyengén ellátott kisalföldi öntéstalajon 3. és 4. éves lucerna nagyadagú P-fejtrágyázásával — átlagos K-szinten — szignifikáns zöldterméstöbbletet értek el. DEZSŐ [4] P-ral nagyon gyengén ellátott réti talajon, KRISZTIÁN [9] savanyú erdőtalajon tapasztalt jelentős P-műtrágya hatást.

PEKÁRY [21] kevés felvehető P-t tartalmazó csernozjom barna erdőtalajon a  $P_2O_5$  adagok növelésével párhuzamosan növekvő terméstöbbletekről számol be.

MÁRTONFFY és SÜLYÖK [16] az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek lucerna kísérleteinek túlnyomó többségében a P-trágyázás hatására szignifikáns termésmnövekedést mutattak ki.

Kevésbé egyöntetűek a K-trágyázás hatásáról vallott nézetek és a K-trágyázással elért eredmények. VILLAX [26] a lucerna K-trágyázását tartja a legfontosabbnak, KEMENESSY és MANNINGER [7] K-mal jobban ellátott talajon is pozitív K-hatást ért el a 3. – 4. évben. GRÁBNER [6] csak kisebb jelentőséget tulajdonít a lucerna K-trágyázásának. Újabb kutatási eredmények is a P-nál bizonytalanabb K-hatásról tanúskodnak.

Szántóföldi körülmények között nem tapasztaltak K-hatást MACLEOD [13], WASHKO és PRICE [27] és LAMPETER [10]. A K-műtrágyázás hatásosságáról MARKUS [14] MARKUS és BATTLE [15] és KIMBROUGH et al. [8] tudósítanak. VARGA és KÉSMÁRKI [25] kisalföldi, gyenge K-ellátottságú öntéstalajon a K-fejtrágyázás hatására jelentős terméstöbbletet értek el álló lucernában, míg DEZSÓ [4] K-mal közepesen ellátott réti talajon a Tiszántúlon jelentéktelen K-hatást tapasztalt.

PEKÁRY [21] felvehető K-mal közepesen ellátottnak minősített csernozjom barna erdőtalajon jelentős termésmnövekedést ért el K-trágyázással. Az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletekben MÁRTONFFY és SÜLYÖK [16] a kísérleti helyeknek alig több mint felében észlelt szignifikáns K-hatást.

Legkevésbé tisztázott a lucerna N-trágyázásának kérdése. A kisadagú starter N-trágyázás szükségességét illetően növénytermesztőink és kutatóink nézetei egységesek [1, 7, 11, 26]. A lucerna évenkénti N-trágyázásának hasznosságáról azonban a sokszor ellentmondásos kísérleti eredmények alapján igen eltérő nézetek alakultak ki.

N-trágyázás hatására nem tapasztalt termésmnövekedést enyhén savanyú vályogtalajon MARKUS [14], gyengén lúgos (pH 7,8) vályogtalajon WASHKO és PRICE [27]. Semleges kémhatású agyagos vályogtalajon LEE és SMITH [12] a N-trágyázás csekély hatásáról számol be. WEBSTER és DEKOCK [28] savanyú (pH 5,5), kevés nitrát-N-t tartalmazó, lucernatermesztésre feltételeken alkalmas talajon kisadagú N-műtrágyázás ellenére a növényeken N-hiány tüneteket észleltek.

MACLEOD [13] a takarmánytermés növekedéséről számolt be, mikor a N-hatóanyag-adagot 56 kg/ha-ról 224 kg/ha-ra növelte. A szignifikáns N×K kölcsönhatás jelezte, hogy a nagyobb N-adagok érvényesüléséhez K-kiegészítésre volt szükség. NGUYEN et al. [20] üvegházi kísérletükben a PK-trágyázással elért szárazanyag-termést meghaladó szárazanyag-mennyiséget takarítottak be, NPK-trágyázás hatására.

VAJDAI [23] semleges kémhatású, humuszban gazdag réti csernozjom talajon Mezöhegyesen a lucerna szénatermését elsősorban N, illetve NPK műtrágyával növelte. VARGA [24] a megosztva alkalmazott pétisó-fejtrágyázással 20–40%-os termésmnövekedést ért el, kis N-tartalmú, lúgos (pH 8,0) dunai öntéstalajon.

DOMBOVÁRI [5] különböző, közel semleges, illetve gyengén savanyú réti talajokon a N-trágyázás hatására szignifikáns termésmnövekedést ért el. A lucerna biológiai N-megkötő képességét nagy termések eléréséhez kevésnek találta.

DEZSÓ [4] gyengén savanyú (pH 6,5), nagy N-tartalmú réti talajon közepes N-hatást tapasztalt. PEKÁRY [21] gyengén savanyú (pH 6,0) csernozjom barna erdőtalajon igen nagy, a N-adag fokozásával növekvő N-hatást ismertet. MÁRTONFFY és SÜLYÖK [16] az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísér-

letekben a N-hatást termőhelyenként nagymértékben változónak találták. A kísérleti helyeknek mintegy 50 %-án volt a N-hatás szignifikáns.

Az idézett szerzők dolgozataikban ismertetik azokat a körülményeket, amelyek között eredményeiket elérték, de széles körben általánosítható következtetéseket nem vonnak le arra vonatkozólag, hogy az egyes tápanyagok adagolásának eredményessége milyen mutatók alapján valószínűsíthető.

### Vizsgálati anyag és módszer

A makrotápanyagok hatása és a talajvizsgálati adatok közötti összefüggések kutatásához az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek (MÁRTONFFY és SULYOK [16]) nyújtották a legkedvezőbb lehetőséget. Az ország 16 helyén beállított kísérletek kielégítően reprezentálják hazánk lucernatermő vidékeinek főbb talajtípusait. A kísérletsorozatban adott az azonos módszerrel végzett talajvizsgálat és a kísérletek egységes kezelésekkkel és metodikával történt beállítása. Az értékelte összesen 21 kísérlet közül 13 volt négyévi, 8 pedig 3 évi időtartamú. A kísérletek talajadottságairól az 1. táblázat ad tájékoztatást.

A kísérletekben pétisó, szuperfoszfát és 40 %-os kálisó műtrágyákat használtak egységesen. A P- és K-műtrágya teljes mennyiségét egyszerre ősszel a lucerna telepítése előtt, a N-műtrágyát többszörösen megosztva, tavasszal a telepítés előtt, majd évente kora tavasszal és az első kaszálás után szórták ki.

Bizonyos, hogy a tápanyagok érvényesülését több tényező is befolyásolja, helyenként is változó súllyal. A rendelkezésünkre álló, viszonylag korlátozott számú és mélységű vizsgálati adat alapján mi sem vállalkozhatunk bonyolultabb, többtényezős összefüggések és kölcsönhatások felderítésére, csupán a legegyszerűbb, de kevés adatból is nagy valószínűséggel meghatározható összefüggések megállapítására törekszünk.

### Vizsgálati eredmények és értékelésük

#### *A foszfortrágyázás hatása és a talajtulajdonságok közötti összefüggés*

A rendelkezésre álló adatok felhasználásával azt vizsgáltuk, hogy a P-trágyázás hatása és a talajtípus, ill. a talaj könnyen felvehető P-ral való ellátottsága között van-e összefüggés. A 2. táblázaton a 240 kg/ha  $P_2O_5$ -dal elért évi átlagos terméstöbbleteket, a P-hatás szignifikanciáját és a talaj foszfor-ellátottságát mutatjuk be.

A talajokat P-ellátottság szempontjából SARKADI [22] által javasolt irányszámok alapján minősítettük.

A kísérletek többségét — szám szerint 13 kísérletet — foszforral igen rosszul, ill. rosszul ellátott talajon állították be. E kísérletekben, három kivételével, a P-trágyázás szignifikánsan növelte a termést. Az öt, P-ral közepesen ellátott talajú kísérlet közül háromban volt a P-trágyázás eredményes. A P-ral jól ellátott talajon végzett egyetlen kísérletben nem volt P-hatás.

A P-ral jobban ellátott talajokon végzett kísérletek kis száma nem teszi lehetővé a P-trágyázás eredményessége és a talajban kimutatható könnyen felvehető P mennyisége ( $AL-P_2O_5$ ) közötti összefüggés egzakt kimutatását, de az ismertetett adatok alapján is felismerhető az a tendencia, hogy a P-ral

1. táblázat  
A kísérleti helyek talajtípusa és talajvizsgálatai adatai

(1) A kísérlet helye	(2) A talaj típusa	pH		CaCO <sub>3</sub> %	y <sub>1</sub>	Hy	AL		(3) Humusz %	(4) Arany-féle kötöttség
		H <sub>2</sub> O	KCl				P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
Agárd Bicsérd	a) Mészlepedékes réti csernozjom I	7,5	7,2	2,0	—	2,3	7	20	2,4	31–40
	b) Lössre települt barna erdő- talaj lejtő hordaléka II	6,8	6,5	0	4,0	2,3	5	19	1,9	42–48
Gyulatanya Iregszemcse	c) Csernozjom homok II	6,7	6,4	0	4,2	2,4	3	16	2,0	42–48
	d) Mészlepedékes csernozjom I	6,6	5,7	0	3,2	1,3	8	24	1,7	31–32
Karcag	e) Szolonyeces réti csernozjom II	7,7	7,5	6,0	—	2,2	19	20	2,8	40–46
	f) Szolonyeces réti csernozjom I	7,6	7,4	10,0	—	2,3	10	10	2,4	40–46
Kenyeri	g) Agyagbemosódásos barna erdőtala j II	6,4	5,6	0	8,0	3,1	3	22	3,9	48–53
	h) Agyagbemosódásos barna erdőtala j I	6,8	6,1	—	—	—	6	22	2,3	—
Keszthely	i) Ramann-féle barna erdő- tala j I	5,7	4,6	0	13,0	1,0	7	18	1,4	26–28
	j) Csernozjom barna erdőtala j II	7,1	6,6	1,2	—	1,8	3	13	2,0	34–36
Kompolt Magyaróvár Nagyhegyes	k) Öntéstala j I	7,2	6,6	0	1,5	1,7	6	16	1,7	—
	l) Mélyben karbonátos cser- nozjom I	5,5	4,7	0	12,5	3,7	3	11	2,9	42–46
Nagyhőrcsög	m) Mészlepedékes cser- nozjom I	8,2	7,9	25,0	—	1,4	13	13	2,2	50–56
	n) Mészlepedékes csernozjom II	5,8	5,8	0	9,0	3,0	2	17	2,6	40–46
Oroszháza Szarvas Szeged	o) Szolonyeces réti csernozjom I	7,6	7,2	4,5	—	2,4	7	16	3,7	40–48
	p) Szolonyeces réti csernozjom II	7,9	7,3	4,8	—	2,5	7	18	3,7	40–48
Szilvásvárad	q) Szolonyeces réti talaj I	7,9	7,7	6,0	—	3,7	12	24	3,6	41–45
	r) Szolonyeces réti csernozjom II	7,1	6,6	0	5,0	4,7	6	21	3,3	51–62
	s) Szolonyeces réti csernozjom I	8,0	7,8	2,5	—	3,0	14	16	3,2	37–46
	t) Agyagbemosódásos barna erdőtala j II	7,5	6,9	—	1,5	—	9	25	2,4	37–46
	u) Agyagbemosódásos barna erdőtala j I	6,5	6,0	—	—	—	3	11	2,4	—

I = 4 éves kísérletek; II = 3 éves kísérletek

2. táblázat

## A foszfortrágyázás hatása erdő- és csernozjom talajokon

(1) A kísérlet helye		(2) A talaj P-ellátottsága	(3) Erdőtalajok		(4) Csernozjomtalajok	
			(5) P-hatás q/ha <sup>a</sup>	(6) Szign. fok	(5) P-hatás q/ha <sup>a</sup>	(6) Szign. fok
I. 4 éves kísérletek	Karcag Keszthely Nagyhegyes Szilvásvár	a) igen kevés	19,2 12,0	*** ***	5,0 1,5	** —
	Agárd Bicsérd Kompolt Nagyhőresög	b) kevés	14,7 3,7	*** *	9,0 23,2	** ***
	Kenyeri Orosháza Szeged	c) közepes	6,5	***	35,2 7,0	*** —
	Iregszemcse	d) sok			0,8	—
II. 3 éves kísérletek	Bicsérd Gyulátanya Keszthely Karcag Nagyhőresög	b) kevés	6,0 3,7	* —	3,0 0,0 13,3	* — ***
	Iregszemcse Szeged	c) közepes			0,0 2,3	— **

\* A 240 kg/ha-os  $P_2O_5$  adag eredményezte átlagos évenkénti terméshozadékot

gyengén ellátott talajokon nagyobb a P-trágyázás eredményességének valószínűsége, mint a P-ral jobban ellátott talajokon.

A kísérletek alapján nem mutatható ki a talajtípustól függő P-hatás-különbség.

## A káliumtrágyázás hatása és a talajtulajdonságok közötti összefüggés

A K-trágyázással (160 kg  $K_2O$ /ha) elért terméshozadékokat, a K-hatások szignifikanciáját és a talajok AL módszerrel kimutatható  $K_2O$ -tartalmát talajtípusonkénti csoportosításban a 3. táblázaton ismertetjük.

Erdőtalajon a K-trágyázás a 4 év időtartamú kísérletek mindegyikében szignifikánsan növelte a lucerna szénatermését. A 4 évi összes terméstöbblet a kísérletek átlagában 24,8 q/ha-t tett ki. Csernozjom talajokon a K-trágyázás általában nem szignifikánsan, csak 6,0 q/ha-os terméshozadékot eredményezett. A két csoportátlag közötti 18,8 q/ha-os különbség szignifikáns ( $SzD_{5\%}$  16,4 q).

## 3. táblázat

## A káliumtrágyázás hatása erdő- és csernozjom típusú talajokon lucernánál

(1) A kísérlet helye			(2) Erdőtalajok			(3) Csernozjom talajok		
			(4) K-hatás q/ha*	(5) Szn. fok	AL-K <sub>2</sub> O mg/100g	(4) K-hatás q/ha*	(5) Szn. fok	AL-K <sub>2</sub> O mg/100g
I. 4 éves kísér- letek	Bicsérd	D	12	*	19			
	Kenyeri	D	25	***	18			
	Keszthely	D	46	***	13			
	Kompolt	É	24	***	11			
	Szilvásvárad	É	17	***	11			
	Agárd	D				6	—	20
	Iregszemcse	D				3	**	20
	Karcag	T				6	—	22
	Nagyhegyes	T				12	*	17
	Nagyhőreség	D				6	+	16
	Orosháza	T				1	—	24
	Szeged	T				8	—	16
	a) Átlag		24,8		14,4	6,0		19,3
	(2)–(3)		18,8		— 4,9			
			SzD <sub>5</sub> % K-hatás átlagok között 16,4 q/ha					
			SzD <sub>5</sub> % AL-K <sub>2</sub> O-tartalom átlagok között 4,7 mg/100 g					
II. 3 éves kí- sérletek	Bicsérd	D	10	*	16			
	Keszthely	D	0	—	16			
	Gyulatanya	É				0	—	24
	Iregszemcse	D				4	—	10
	Karcag	T				5	—	22
	Nagyhőreség	D				2	—	18
	Szeged	T				0	—	25
	a) Átlag		5,0		16,0	2,2		19,8

D = dunántúli táj

T = tiszántúli táj

É = északi táj

\* 160 kg/ha K<sub>2</sub>O

A kísérletsorozatban az erdőtalajok AL-K<sub>2</sub>O-tartalma 11–19 mg/100 g talaj között változott, átlagosan 14,4 mg/100 g talaj, a csernozjom talajoké 16–24 mg/100 g talaj szélső értékek mellett 19,3 mg/100 g talaj volt. A t-próba a két középérték közötti különbség szignifikáns voltát igazolta.

Fentiek szerint nem dönthető el egyértelműen, hogy a K-trágyázás hatását elsődlegesen a talajtípus, vagy a talajok K<sub>2</sub>O-tartalma határozza-e meg. A kísérletsorozatban szereplő talajok értékelt mutatói alapján csupán az állapítható meg, hogy azokon az erdőtalajokon, amelyek AL-K<sub>2</sub>O-tartalma nem nagyobb, mint 19 mg/100 g talaj, a K-trágyázás jó érvényesülésével számolhatunk. Csernozjom talajokon, amelyek AL-K<sub>2</sub>O-tartalma nem kevesebb mint 18 mg/100 g talaj, a K-trágyázás hatása kicsi és bizonytalan.

## 4. táblázat

## A talaj pH értéke és a N-trágyázás hatása közötti összefüggés

(1) A kísérlet helye	pH		(2) A N-trágyázás		
	H <sub>2</sub> O	KCl	(3) Átl. hatása q/ha	(4) Szn. foka	s%
I. 4 éves kísérletek					
Kompolt	5,5	4,7	38,2	***	2,7
Kenyeri	5,7	4,6	23,1	***	1,6
Karcag	6,4	5,6	12,0	**	4,1
Nagyhegyes	6,4	5,8	17,0	*	4,2
Szilvásvár	6,5	6,0	8,0	**	2,0
Bicsérd	6,8	6,5	6,3	—	2,8
Keszthely	7,1	6,6	7,4	—	3,2
Szarvas	7,1	6,6	4,4	—	2,8
Nagyhőrsög	7,5	7,3	4,0	*	2,8
Agárd	7,5	7,2	8,5	—	5,5
Iregszemcse	7,7	7,5	2,5	*	1,0
Orosháza	7,9	7,7	3,1	—	3,6
Szeged	8,0	7,8	19,9	—	7,8
II. 3 éves kísérletek					
Gyulatanya	6,6	5,7	5,7	+	2,8
Bicsérd	6,7	6,4	10,1	—	3,2
Karcag	6,8	6,1	21,0	+	5,6
Keszthely	7,2	6,6	0	—	6,4
Szeged	7,5	6,9	1,2	—	1,5
Iregszemcse	7,6	7,4	0,1	—	3,0
Nagyhőrsög	7,9	7,3	0	—	4,2
Mosonmagyaróvár	8,2	7,9	3,7	—	4,4

## A nitrogéntrágyázás hatása és a talajtulajdonságok közötti összefüggés

A N-trágyázás várható hatásának becslése, az optimális N-adag meghatározása más kultúráknál is bizonytalan. A talajban levő N-vegyületek ásványosodása ugyanis nemcsak azok mennyiségétől, hanem az ásványosodási folyamatot befolyásoló egyéb tényezőktől (időjárás, talaj szellőzöttsége) is függ. A gyakorlatban ezért a N-trágyázásnál elsősorban a növény N-igényét veszik alapul. Lucernánál ez az út a lucerna speciális biológiai adottságai miatt nem járható.

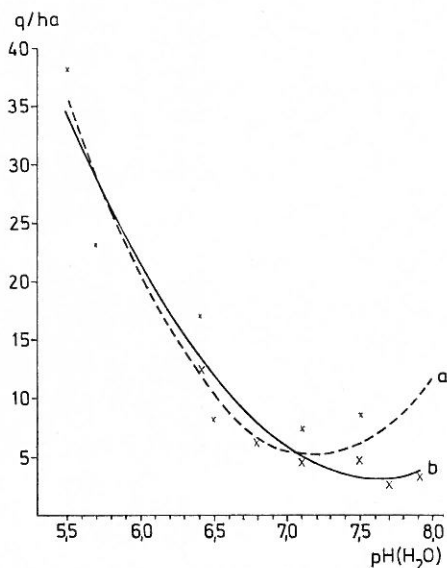
A lucerna N-igényét, kedvező körülmények között, elsősorban a vele szimbiózisban élő gyökérgümő-baktériumok (*Bacterium radicola*) elégítik ki. Feltételeztük e baktériumok életfeltételeinek kedvező, illetve kevésbé kedvező volta és a lucerna N-trágyázásának eredményessége közötti összefüggést. Ismeretes, hogy a *B. radicola* fejlődéséhez aerob viszonyokat és semleges körüli kémhatást igényel. BOLTON [2] szerint a pH 5,0 alatti savanyú talajokon a rhizobium baktériumok mindössze 75 napig élnek. A talaj savanyú kémhatása elsősorban a rhizobium baktériumok tevékenységét gátolja, emiatt csökken a lucerna N-ellátása. Mérsékelt savanyú talajokon (pH 5,5–6,0) MUNNS



[17] a lucerna kedvező mészreakcióját annak tulajdonítja, hogy a mésztrágyázás hatására több gyökérgümő fejlődik. A gyökérgümő-fejlődést kedvezően befolyásolta ammonium-nitrát alkalmazásával.

MUNNS [18] tápoldatban végzett vizsgálatai alapján megállapította, hogy a savanyú közeg pH 5,5 alatt jelentősen csökkentette, pH 4,5 alatt gyakorlatilag megakadályozta a gümőképződést, jelleget a gyökernövekedést és a gyökérszőrök képződését nem befolyásolta kedvezőtlenül a savanyú közeg. Ha a pH-t 4,5-ről 5,5-re emelte a tápoldatban, a gyökerek fertőződése haladéktalanul bekövetkezett, és a gümőképződést nem befolyásolta hátrányosan a pH ismételt csökkentése.

MUNNS [19] további tápoldatos vizsgálatai tisztázták a pH és az oldat Ca-koncentrációjának kölcsönhatását a gyökérgümők képződésére.



1. ábra

A talaj pH-ja és a N-trágyázás hatása közötti összefüggés. a)  $y' = 551,7 - 151,9x + 10,55x^2$   $R = 0,912$  ( $n = 13$ ) b)  $y' = 413,9 - 108,06x + 7,109x^2$   $R = 0,979$  ( $n = 12$ )  
Függőleges tengely: N-hatás: átlagos terméstöbblet q/ha.

A pH 4,8 alatti nitrátmentes tápoldat megfelelő Ca-tartalom esetén, illetve a megfelelő pH-jú, de kevés Ca-ot tartalmazó tápoldat egyformán megakadályozta a gyökérgümők kialakulását.

Pórustérfogat-vizsgálatok hiányában csak a pH értékek és az Arany-féle kötöttségi szám látszott az ilyen értelmű összefüggés vizsgálatára alkalmasnak. Mivel a talaj pH értékének meghatározása sokkal objektívebb és kisebb hibával terhelt, mint az Arany-féle kötöttségi számé, ezért a pH és a N hatása közötti összefüggést vizsgáltuk.

A 4. táblázaton a 4 és a 3 évi időtartamú kísérleteket az emelkedő pH értékek sorrendjében állítottuk össze, feltüntetve a kísérletben N-trágyázással



4, illetve 3 év alatt elért összes szénatermés-többletet és a N-hatás szignifikáns voltát. A terméstöbbletet a három N-szint (30, 60, 90 kg/ha) átlagában adtuk meg.

A táblázatról egyszerű rátekintéssel is megállapítható az az általános tendencia, hogy a pH értékek növekedésével csökken a N-trágyázás eredményessége. A 6,5-nél alacsonyabb pH-jú talajokon a N-trágyázás pozitív hatása minden esetben — többnyire erősen, illetve igen erősen — szignifikáns és többé-kevésbé jelentős. A semleges körüli és gyengén lúgos kémhatású talajokon általában nem volt jelentős N-hatás.

A 4 év időtartamú kísérletek talajainak vízben mért pH értékei 5,5–8,0 között változtak. Így lehetséges volt a talajok pH értéke és a N-trágyázás hatása közötti összefüggés jellegének és szorosságának vizsgálatára. A kísérleti adatok koordináta-rendszerben való ábrázolása után a pontok elhelyezkedése négyzetes függvény illesztését tette lehetővé.

A kísérletek közül a szegedi kísérlet adatkárja nem követi az általános tendenciát, ezért a regresszió-analízist az egyébként nagy hibaszórású kísérlet bevonásával és kizárásával is elvégeztük. Az összefüggést jellemző függvényeket az 1. ábrán mutatjuk be.

A regresszió-analízis variancia-táblázatát az 5. táblázat tartalmazza.

5. táblázat

Variancia-táblázat

(1) Tényező	I		II	
	FG	MQ	FG	MQ
a) Összes	12		11	
b) Regresszió	2	527,71***	2	575,09***
c) Lineáris hatás	1	590,95***	1	911,12***
d) Négyzetes hatás	1	464,47***	1	239,06***
e) Eltérés	10	21,46	9	5,56

A 13 adatból (a szegedi kísérlet bevonásával) számított függvényt a) alatt, a 12 adatból (a szegedi kísérlet kizárásával) számítottat b) alatt ismer-tetjük. Mindkét függvény korrelációs koefficiense (R) igen szoros összefüggést igazol a pH érték és a N-trágyázás hatása között. A lineáris és a négyzetes komponens hatása egyaránt erősen szignifikáns. Mivel valamennyi 3 éves kísérlet talaja semleges körüli, vagy gyengén lúgos kémhatású, ezek adatai regresszió-számításra nem alkalmasak. Látható, hogy a lucerna termésalakulása ezekben a kísérletekben is alátámasztja fenti megállapításunkat.

### Összefoglalás

Az Egységes Országos Műtrágyázási Tartamkísérletek lucerna kísérletei-ben tapasztalt N-, P- és K-műtrágyahatások és a talajtípus, illetve néhány talajvizsgálati adat közötti összefüggést vizsgáltuk.

A P-trágyázás hatékonysága és a talajtípus, ill. a talaj AL—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-értékei között, az aránylag kevés adat alapján nem tudtunk megbízható összefüggést kimutatni.

A K-trágyázás az erdőtalajokon szignifikánsan nagyobb termésmnövekedést eredményezett, mint a csernozjom jellegű talajokon. Előbbiekben 24,8 q/ha, utóbbiakon 6,0 q/ha volt a K-trágyázás eredményezte átlagos termésmnövekedés. Az erdőtalajok AL—K<sub>2</sub>O-tartalma 11 és 19 mg % között változott (átlag 14,4 mg %), a csernozjom talajoké 16 és 24 mg % között (átlag 19,3 mg %). Adott AL—K<sub>2</sub>O-értékek mellett a talajtípusokon belül nem volt a K-hatás nagysága és a talaj AL—K<sub>2</sub>O-tartalma között összefüggés kimutatható.

A N-trágyázás hatása csökkent a talaj pH értékének növekedésével. A regresszió-analízis igen szoros összefüggést igazolt a pH érték és a N-trágyázás hatása között ( $R = 0,912$ , illetve  $0,979$ ). Semleges körüli és gyengén lúgos kémhatású talajokon általában nem volt jelentős N-hatás, (átlag 7 q/ha), míg a 6,5-nél kisebb pH-jú talajokon a savanyúság fokozódásával a N-hatás növekedett (átlag 19,7 q/ha).

### Irodalom

- [1] BITERA, M.: Növénytermesztés. 2. kiadás. OMGE. Budapest. 1930.
- [2] BOLTON, J. L.: Alfalfa. Botany, Cultivation and Utilization. New York. Interscience. 1962.
- [3] CSERHÁTI, S.: Általános és különleges növénytermelés. Győr. Szerző kiadása. 1906.
- [4] DEZSŐ, J.: Néhány adat a lucerna műtrágyázásához. Takarmánybázis. **13.** (2) 39—45. 1973.
- [5] DOMBOVÁRI, J.: A lucerna foszfor- és vízellátásának főbb kérdései. Kandidátusi értekezés. Szarvas. 1965.
- [6] GRÁBNER, E.: Szántóföldi növénytermesztés. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1956.
- [7] KEMENESY, E. & MANNINGER, G. A.: A lucerna termesztése és védelme. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1966.
- [8] KIMBROUGH, E. L., BLASER, R. E. & WOLF, D. D.: Potassium effects on regrowth of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agron. J. **63.** 836—839. 1971.
- [9] KRISZTIÁN, J.: Lucernatelepítés kedvezőtlen adottságú területeken. Az évelő pillangós takarmánynövények nemesítése és termesztésük fejlesztése c. kutatási célprogram 1. sz. kiadványa. Kompolt. 1973.
- [10] LAMPETER, W.: Versuche über PK-Steigerung und PK-Vorratsdüngung zu Futterluzerne (*Medicago media* Pers.). Albrecht-Thaer Arch. **14.** 567—576. 1970.
- [11] LÁNG, G.: Növénytermesztés. 4. kiad. Mezőgazd. Kiadó. Budapest. 1961.
- [12] LEE, C. & SMITH, D.: Influence of nitrogen fertilizer on stands, yields of herbage and protein, and nitrogenous fractions of field-grown alfalfa. Agron. J. **64.** 527—530. 1972.
- [13] MACLEOD, L. B.: Effect of nitrogen and potassium on the yield and chemical composition of alfalfa, bromegrass, orchardgrass and timothy grown as pure species. Agron. J. **57.** 261—266. 1965.
- [14] MARKUS, D. K.: Chemical composition of alfalfa and soil nutrient status as related to fertilization practices. Diss. Abstr. **25.** 5466—67. 1965.
- [15] MARKUS, D. K. & BATTLE, W. R.: Soil and plant responses to long-term fertilization of alfalfa (*Medicago sativa* L.). Agron. J. **57.** 613—616. 1965.
- [16] MÁRTONFFY, T. & SÜLYÖK, I.: Trágyázási kutatások eredményei 5. Lucerna (1966—1971). Közlemények a „Talajtermékenység fokozása alapvetően új irányok kidolgozásával” tárgyú, országos szintű kutatási célprogram „Trágyázás” című részprogramjának eredményeiről. Agrártudományi Egyetem, Keszthely. **48.** 1974.
- [17] MUNNS, D. N.: Soil acidity and growth of a legume I. Interactions of lime with nitrogen and phosphate on growth of *Medicago sativa* L. and *Trifolium subterraneum* L. Aust. J. Agric. Res. **16.** 733—755. 1965.
- [18] MUNNS, D. N.: Nodulation of *Medicago sativa* in solution culture 1. Acid-sensitive steps. Pl. Soil. **28.** 129—146. 1968.
- [19] MUNNS, D. N.: Nodulation of *Medicago sativa* in solution culture 5. Calcium and pH requirements during infection. Pl. Soil. **32.** 90—102. 1970.

- [20] NGUYEN, S. T. et al.: Influence de la fertilization azotée, phosphatée et potassique sur l'incorporation des acides aminés aux protéines et les rendements de la luzerne. *Can. J. Plant Sci.* **52**. 41-52. 1972.
- [21] PEKÁRY, K.: Adatok a lucerna műtrágyázásához csernozjom-barna erdőtalajon. *Növénytermelés*. **21**. 367-372. 1972.
- [22] SARKADI, J.: A műtrágyaigény becslésének módszerei. *Mezőgazd.* Kiadó, Budapest. 1975.
- [23] VAJDAI, J.: A műtrágyázás hatásának vizsgálata a lucerna fejlődésére és szálas-termésére. Egyetemi dissz. Gödöllő. 1962.
- [24] VARGA, I.: Lucernatermesztés fejlesztési lehetőségei nitrogén műtrágyázással a Duna öntéstalaján. Dissz. Mosonmagyaróvár. 1965.
- [25] VARGA, J. & KÉSMÁRKI, I.: Az őszi foszfor és kálium fejtrágyázás hatása a több-éves lucernaállomány termésére. *A Mosonmagyaróvári Mezőgazdaságtudományi Kar Közleményei*. Mosonmagyaróvár. **15**. 5-28. 1972.
- [26] VILLAX, Ö. I. A közönséges vagy kék lucerna. In: *Szántóföldi herefélék*. 2. kiadás. Budapest. Pátria. 11-97. 1933.
- [27] WASHKO, J. B. & PRICE, J. W.: Intensive management of alfalfa for forage production. *Proc. XI. Intern. Grassl. Congr.* 628-632. 1970.
- [28] WEBSTER, G. R. & DEKOCK, P. C.: Nutrient status of alfalfa showing poor growth on some Alberta soils. *Can. J. Plant Sci.* **50**. 277-282. 1970.

Érkezett: 1975. február 21.

### Relationships Between Soil Properties and Nutrient Effects in Long-term Experiments with Alfalfa

K. PEKÁRY, T. MÁRTONFFY and I. SULYOK

Research Institute for Plant Cultivation and Soil Conservation, Kompolt and Fertilization Department, Keszthely  
College of Agricultural Sciences, Budapest (Hungary)

#### Summary

Within the framework of the Co-ordinated Long-term Experiments on Fertilizing carried out on a national scale, field trials with alfalfa were conducted at 16 places in Hungary. Of the 21 experiments the results of which could be evaluated 13 were carried out for 4 years, 8 for 3 years.

In the experiments the relationships between the soil type, that is, certain soil characteristics and the effects of N, P, K fertilizers were investigated.

No reliable correlation could be established between the effectiveness of P fertilizing and the soil types, that is, the AL soluble  $P_2O_5$  contents of the soils on the basis of the relatively few data available (Table 2).

K fertilizing resulted in significantly higher yield increases on forest soils than on chernozem-like soils (on the average 24 q/ha and 6.0 q/ha, respectively). The AL soluble  $K_2O$  contents of forest soils varied between 11-19 mg% (14.4 mg% on the average), while those of chernozem soils between 16-24 mg% (19.3 mg% on the average). No correlation could be observed between K effect and the soil's AL soluble  $K_2O$  content in the case of soils belonging to the same type (Table 3).

The effect of N fertilizing decreased with increasing pH (Table 3). The data of regression analyses proved a very close correlation between N effect and the pH value of the soil ( $R = 0.912; 0.979$ ). In general, N fertilizers did not exert a significant effect in neutral, or slightly alkaline soils, while below pH 6.5 N effect increased with increasing soil acidity.

*Table 1.* Soil types and soil analytical data of the experimental places. (1) Place of the experiment. (2) Soil type: a) calcareous meadow chernozem; b) slope deposit of brown forest soil on loess; c) chernozem sand; d) calcareous chernozem; e) solonetz-like meadow chernozem; f) brown forest soil with clay illuviation; g) brown forest soil (according to Ramann); h) chernozem brown forest soil; i) alluvial soil; j) chernozem, calcareous in deeper horizons; k) solonetzic meadow soil. I. = 4-year-experiments; II. = 3-year-experiments. (3) Humus, %. (4) Number of stiffness according to Arany.

*Table 2.* The effect of P fertilizing on forest- and chernozem soils. (1) Place of the experiment. I. = four-year-experiments; II. = 3-year-experiments. (2) P supply of the soil: a) very low; b) low; c) medium; d) high. (3) Forest soils. (4) Chernozems. (5) P effect, q/ha. (6) Degree of significance.

*Table 3.* The effect of K fertilizing on forest- and chernozem soils. (1) Place of the experiment. (2) Forest soils. (3) Chernozems. (4) K effect, q/ha. (5) Degree of significance. a) average. D = Transdanubian region. T = Trans-Tisza region. E = northern region.

*Table 4.* Correlation between the effect of N fertilizing and the pH value of the soil. (1) Place of the experiment. I. = 4-year-experiments; II. = 3-year-experiments. (2) N fertilizing. (3) Average effect, q/ha. (4) Degree of significance.

*Table 5.* Table of variance. (1) Factor: a) total; b) regression; c) linear effect; d) quadratic effect; e) deviation. I. = 4-year-experiments; II. = 3-year-experiments.

*Figure 1.* Correlation between the effectiveness of N fertilizing and the pH value of the soil. Horizontal axis: pH; vertical axis: average yield increase due to N effect, q/ha.

### Einige Zusammenhänge zwischen der Wirkung der Nährstoffe und den Ergebnissen der Bodenuntersuchung in den Einheitlichen Landesdüngungsversuchen mit Luzerne

K. PEKÁRY, T. MÁRTONFFY und I. SÜLYÖK

Forschungsinstitut für Pflanzenproduktion und Bodenschutz, Kompolt und Agrarwissenschaftliche Universität zu Keszthely, Sektion Mineraldüngung, Budapest (Ungarn)

#### Zusammenfassung

Im Rahmen der Einheitlichen Dauerversuche von den im Lande an sechzehn Orten begonnenen 21 auswertbaren Luzernen-Versuchen wurden 13 vier Jahre lang, 8 drei Jahre lang weitergeführt. Wir studierten die Zusammenhänge zwischen den N-, P- und K-Mineraldüngerwirkungen und einigen Bodencharakteristiken, bzw. den Bodentypen.

Zwischen der Wirksamkeit der P-Düngung und den Bodentypen, bzw. den  $AL-P_2O_5$ -Werten konnte zufolge der verhältnismässig geringen Anzahl von Angaben kein gesicherter Zusammenhang nachgewiesen werden. (Tab. 2)

Die K-Düngung ergab auf den Waldböden einen signifikant höheren Ertrag als auf Tschernozjomböden. Bei den ersteren betrug er infolge von K-Düngung im Mittel 24,8 dt/ha, bei letzteren 6,0 dt/ha.

Der  $AL-K_2O$ -Gehalt der Waldböden lag zwischen 11 und 19 mg% (Mittelwert 14,4 mg%), derjenige der Tschernozjomböden zwischen 16 und 24 mg% (Mittelwert 19,3 mg%). Bei gegebenen  $AL-K_2O$ -Werten war innerhalb der Bodentypen kein Zusammenhang zwischen der Grösse der K-Wirkung und dem  $AL-K_2O$ -Gehalt des Bodens feststellbar (Tab. 3).

Die Wirkung der N-Düngung verminderte sich mit der Zunahme des pH-Wertes (Tab. 3). Die Regressionsanalyse bestätigte hier einen engen Zusammenhang ( $r = 0,912$ , bzw.  $0,979$ ), auf neutralen und schwach alkalischen Böden war die N-Wirkung im allgemeinen unbedeutend, während auf Böden mit einem pH-Wert  $< 6,5$  die N-Wirkung mit Zunahme der Azidität anstieg.

*Tab. 1.* Bodentypen und charakteristische Angaben der Versuchsorte: (1) Versuchsort, (2) Bodentyp: a) Wiesenschernozjom mit Kalkhüllen, b) auf Löss entstandener brauner Waldboden mit Kolluvium überdeckt, c) Tschernozjom-Sand, d) Tschernozjom mit Kalkhüllen, e) Solonisierter Wiesenschernozjom, f) brauner Waldboden mit Toneinwaschungen, g) Ramann-scher brauner Waldboden, h) Tschernozjom brauner Waldboden, i) Alluvialboden, j) in der Tiefe karbonathaltiger Tschernozjom, k) Solonisierter Wiesenboden, I = 4-jährige Versuche, II = 3-jährige Versuche, (3) Humus %, (4) Bindigkeitszahl nach Arany.

*Tab. 2.* Wirkung der P-Düngung auf Wald- und Tschernozjomböden: (1) Versuchsort, I = 4-jährige Versuche, II = 3-jährige Versuche, (2) P-Versorgtheit des Bodens:

a) sehr niedrig, b) niedrig, c) mittel, d) hoch. (3) Waldböden, (4) Tschernozjomböden, (5) P-Wirkung dt/ha, (6) Signifikanzgrad.

Tab. 3. Wirkung der K-Düngung auf Wald- und Tschernozjomböden: (1) Versuchsort, (2) Waldböden, (3) Tschernozjomböden, (4) K-Wirkung dt/ha, (5) Signifikanzgrad; a) Mittelwert, D = Transdanubische Gebiete, T = Theissgebiet, E = Nordungarn.

Tab. 4. Zusammenhang zwischen dem pH-Wert des Bodens und der Wirkung der N-Düngung: (1) Versuchsort, I = 4-jährige Versuche, II = 3-jährige Versuche, (2) N-Düngung, (3) durchschnittliche Wirkung dt/ha, (4) Signifikanzgrad.

Tab. 5. Varianz-Tabelle (1) Variante: a) Gesamt, b) Regression, c) lineare Wirkung, d) quadratische Wirkung, e) Abweichung, I = 4-jährige Versuche, II = 3-jährige Versuche.

Abb. 1. Zusammenhang zwischen dem pH-Wert des Bodens und der Wirkung der N-Düngung.  $x = \text{pH}$ ,  $y = \text{N-Wirkung}$ , durchschnittlicher Mehrertrag dt/ha.

### Некоторые зависимости между эффективностью питательных элементов и результатами почвенных анализов в опытах с люцерной, проводимых в рамках Единых Государственных Многолетних Опытов с минеральными удобрениями

К. ПЕКАРИ, Т. МАРТОНФИ и И. ШУЙОК

НИИ Растениеводства и Защиты почв от эрозии, Комполт и Отделение Минеральных Удобрений Кестхейского Аграрного Университета, Будапешт (Венгрия)

#### Резюме

Из 21-го опыта с люцерной, заложенных в 16 местах и проводимых в рамках Единых Государственных Многолетних Опытов по внесению минеральных удобрений, 13 опытов проводили в течение 4-х лет, 8- в течение 3-х лет.

В опытах изучали зависимость между эффективностью N, P, K-минеральных удобрений и типом почвы и некоторыми результатами почвенных анализов.

Располагая относительно небольшим количеством данных, не могли установить достоверную связь между эффективностью P-минеральных удобрений и типом почвы или содержанием в почве  $\text{Al}-\text{P}_2\text{O}_5$  (Таблица 2).

Прибавки урожаев от калийных удобрений на лесных почвах были достоверно выше, чем на черноземных почвах. На первых средняя прибавка урожаев составляла 24,8 ц/га, на последних — 6 ц/га. Содержание  $\text{Al}-\text{P}_2\text{O}_5$  в лесных почвах изменялось в пределах 11 и 19 мг% (в среднем 14,4 мг%), а в черноземах в пределах 16 и 24 мг% (в среднем 19,3 мг%).

По отдельным почвенным типам не выявили зависимости между эффективностью калийных минеральных удобрений и содержанием  $\text{Al}-\text{K}_2\text{O}$  (Таблица № 3).

Эффективность азотных минеральных удобрений снижалась по мере увеличения pH почвы (Таблица 3). Регрессивный анализ подтвердил тесную связь существующую между величиной pH и эффективностью азотных минеральных удобрений ( $R = 0,912$  или  $0,979$ ). На нейтральных или слабощелочных почвах в основном не наблюдали значительного эффекта от азота, на почвах с pH ниже 6,5 с увеличением кислотности эффективность азота возрастала.

Табл. 1. Тип почвы и данные почвенных анализов. (1) Место заложения опыта. (2) Тип почвы: а) Мицеллярный луговой чернозем; б) Склоновый нанос бурой лесной почвы, образованной на лёссе; в) Черноземовидный песок; г) Мицеллярный чернозем; д) Солонцеватый луговой чернозем; е) Иллимеризованная бурая лесная почва; г) Бурая лесная почва по Раманну; ж) Черноземовидная бурая лесная почва; и) Аллювиальная почва; j) Глубококарбонатный чернозем; к) Солонцеватая луговая почва. I = четырехлетние опыты; II = трехлетние опыты. (3) Гумус в %. (4) Связность почвы по Арань.

Табл. 2. Эффективность фосфорных минеральных удобрений на лесных и черноземных почвах. (1) Место заложения опыта: I = четырехлетние опыты, II = трехлетние опыты. (2) Обеспеченность почвы фосфором: а) Весьма низкая, б) Низкая, в) Средняя, г) Высокая. (3) Лесные почвы. (4) Черноземные почвы. (5) Эффективность от внесения фосфорных удобрений ц/га. (6) Степень достоверности.

Табл. 3. Эффективность калийных удобрений на лесных и черноземных почвах. (1) Место заложения опыта. (2) Лесные почвы. (3) Черноземные почвы. (4) Прибавки урожаев под влиянием внесения калийных минеральных удобрений, ц/га. (5) Степень достоверности. а) среднее. D = Задунайский край. T = Затисье. E = северные области.

Табл. 4. Взаимосвязь между величиной рН почвы и эффективностью азотных минеральных удобрений. (1) Место заложения опыта: I — четырехлетние опыты. II — трехлетние опыты. (2) Внесение азотных минеральных удобрений. (3) Средние прибавки урожаев в ц/га. (4) Степень достоверности.

Табл. 5. Вариационная таблица. (1) Фактор: а) всего, б) регрессия, с) линейное влияние, д) квадратичное влияние, е) расхождение. I — четырехлетние опыты. II — трехлетние опыты.

Рис. 1. Взаимосвязь между рН почвы и эффективностью азотных минеральных удобрений.  $x$  = рН;  $y$  = средние прибавки урожаев в ц/га под влиянием внесения азотных минеральных удобрений.